



(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02149022 A**

(43) Date of publication of application: 07.06.90

(51) Int. Cl.

H04B 1/10

H04B 1/18

H04J 13/00

// H01Q 3/26

(21) Application number: 63302678

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(22) Date of filing: 30.11.88

(72) Inventor: KAWABATA KAZUAKI

(54) ADAPTIVE ANTENNA SYSTEM

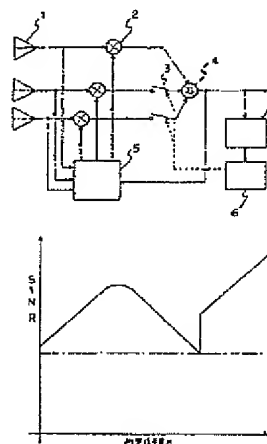
be avoided, and SINR can be improved.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

PURPOSE: To improve communication quality independently of relation between desired signal power and disturbing wave power by providing a synchronization circuit and a control circuit to establish synchronism with a reception signal, and controlling the operation of an adaptive antenna according especially to the synchronizing state of spread spectrum communication.

CONSTITUTION: The synchronization circuit 7 is connected to the output terminal of a synthesizer 4, and the synchronizing signal of the spread spectrum communication is extracted by this synchronization circuit 7. The control circuit 6 generates the control signal of a switch 3 according to the binary information of the synchronization circuit 7. Then, when the synchronism is not established, the ON/OFF operation of the switch 3 is repeated at time intervals over twice longer than the time to establish the synchronism. On the other hand, when the synchronism is established, this repeating operation is stopped, and the ON/OFF state of the control signal at this moment is selected, and this state of the control signal is held during this period. Accordingly, the loss of the desired signal can



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-149022

⑪ Int. Cl.⁵
 H 04 B 1/10
 H 04 J 1/18
 // H 01 Q 13/00 3/26

識別記号
 Z
 A
 A
 C

庁内整理番号
 6866-5K
 7189-5K
 8226-5K
 7402-5J

⑬ 公開 平成2年(1990)6月7日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 アダプティブアンテナ装置

⑮ 特 願 昭63-302678

⑯ 出 願 昭63(1988)11月30日

⑰ 発 明 者 川 端 一 彰 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

⑱ 出 願 人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 代 理 人 弁理士 須山 佐一

明 細 書

1. 発明の名称

アダプティブアンテナ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 受信信号が導入されるアダプティブアンテナと、

このアダプティブアンテナにより導入された受信信号との同期を確立する同期回路と、

この同期回路の同期確立状態又は同期非確立状態に応じて前記アダプティブアンテナを動作又は非動作させ、かつ同期が確立していない状態では、同期確立時間の2倍以上の時間間隔で前記アダプティブアンテナの動作又は非動作を繰り返し、同期が確立している状態では、前記アダプティブアンテナを動作又は非動作のいずれか一方の状態に固定する制御回路と

を具備することを特徴とするアダプティブアンテナ装置。

(2) スペクトラム拡散通信方式下で用いられることを特徴とする請求項1記載のアダプティブア

ンテナ装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、スペクトラム拡散通信方式下において、妨害波の到来方向が未知であっても、自動的にその方向にアンテナ指向性の零点を形成し、前記妨害波を仰圧し通信品質を向上させることのできるアダプティブアンテナ装置に関する。

(従来の技術)

電波環境が複雑化するにともない、所望通信帯域に混入した妨害波を自動的に除去するアダプティブアンテナ装置が注目されている。アダプティブアンテナ装置は、妨害波の到来方向が未知であっても、周囲の電波環境の学習により、自動的にその方向にアンテナ指向性の零点を形成し、妨害波を除去する空間上での適応フィルタである。

一方、スペクトラム拡散通信は、情報信号をおる所定の符号、例えばPN符号で直接拡散

(Direct Sequence, 以後、DSと略す。)したり、

RF周波数を上記符号に則りホッピング

(Frequency Hopping, 以後、FHと略す)することにより、情報帯域よりも広い帯域を用いて、耐妨害性を高めた通信方式である。

上記アダプティブアンテナ装置をスペクトラム拡散通信方式の通信系に適用した場合には、両者の妨害抑圧性能を相乗的に利用することができ、より耐妨害性能の優れた通信システムを構築することができる。このようなスペクトラム拡散通信方式下でのアダプティブアンテナ装置の動作に関しては、例えば「R.T.Compton, "The Power Inversion array: Concept and Performance", IEEE Trans. vol AES-15, No6, pp803, Nov. 1979」という文献がある。

第4図は上記したアダプティブアンテナ装置の一般的構成を示す図である。

同図に示すようにアダプティブアンテナ装置は、複数個のアンテナ素子10で受信した信号に振幅及び位相の重み付けをするウェイト回路11、これら重み付けされた信号を合成する合成器12、

害波の電力の関係が入力端と出力端で逆転する。つまり、パワーインバージョンが成り立つことである。

上述したように、PIAAのパワーインバージョン性により、アンテナ素子10で受信した所望信号電力が妨害波電力に比して十分小さい場合には、所望信号効果が発揮される。逆に、所望信号電力が妨害波電力に比して大きい場合には、所望信号を抑圧してしまい、PIAAを用いたことが逆効果となる。

第5図は、妨害波電力を一定にした場合の所望信号電力の変化に対するPIAAの動作特性である。

ここで、横軸は、アンテナ素子10で受信した所望信号電力を、縦軸は合成器12の出力端におけるSINR (Signal to Interference and Noise Ratio)を示す。実線はPIAAを用いた場合のSINR、破線はPIAAを用いた場合のSINRをそれぞれ示す。

同図から明らかなように、所望信号電力 P_s が

アンテナ素子10で受信した信号と合成器12の出力信号からウェイト回路11のアンテナ重みを決定する信号処理回路13から構成される。

アンテナ重みを決定するアルゴリズムとしては、種々報告されている。その一例として上記文献で述べられているパワーインバージョンアレー(以後、PIAAと略す。)がある。PIAAにおいては、アンテナ重みは、合成器12の出力信号の電力を最少するように決定される。このことは、電力の大きい信号ほど除去されやすいことを意味する。

今、異なる方向から所望信号と妨害波が到来しているとし、アンテナ素子10で受信した所望信号電力 P_s が妨害波電力 P_i に比して十分小さい、つまり、 $P_s \ll P_i$ とする。このような状況においては、前記アンテナ重みは、電力の大きい妨害波によってほぼ決定され、妨害波方向に零点を有するアンテナ指向性が得られる。つまり、合成器12の出力端では、 $P_s \gg P_i$ の関係となる。この様にPIAAの特徴としては、所望信号と妨

小さい場合には、妨害波を十分に仰圧しSINRは P_s に比例する。 P_s が大きくなってくると、徐々にSINRが飽和し始め、更に P_s が大きくなるとSINRは P_s に反比例する。つまり、このような状態においては、PIAAは妨害波よりも所望信号を抑圧するように動作してしまう。最も極端な例としては、妨害波が存在せず所望信号のみが存在する状態である。この様なときには、PIAAはより所望信号を抑圧しようとするため、第5図に示した以上の所望信号劣化が生ずる。このことは、例えば、PIAAの合成器12の出力端に接続されているスペクトラム拡散通信受信機の同期回路を動作させるために必要なPIAAの出力SINRを第5図の一点鎖線とすると、実線と一点鎖線の交点の左側では、通信が可能であるが、右側では同期を取ることが出来ず通信不能となる。移動体等の通信においては、所望信号のダイナミックレンジは、一般に80dB以上と大きく、第5図に示すような所望信号が妨害波よりも大きい状態が発生する。

ここでは、アダプティブアンテナ装置の一例としてPIAAを用いて説明したが、例えばSN比最大を規範としてアンテナ重みを決定するMSNアダプティブアンテナ装置においても、所望信号電力が大きくなると同様の所望信号劣化が発生する。MSNアダプティブアンテナ装置においては、所望信号の到来方向が完全に既知で、かつその情報をステアリングベクトルという形で、信号処理回路に組み入れる必要がある。しかし、実際には、所望信号の到来方向自体が異なったり、また、アンテナの機械的な指向点方向誤差や受信機の電氣的誤差により、等価的に所望信号到来方向の誤差となり、所望信号電力が増大するとともに、所望信号損失も増大するという、PIAAと同様の現象が生ずる。

(発明が解決しようとする課題)

このように従来のアダプティブアンテナにおいては、所望信号電力が妨害波電力に比較して大きくなると、所望信号損失が増大し、SN比を低下させてしまう。また、通信として使用可能な所

望信号電力のダイナミックレンジが広く取れないという問題点が生ずる。

本発明は上記従来例の問題点に鑑みて成されたもので、その目的とするところは、所望信号が妨害波に比較し小さい場合には、従来のアダプティブアンテナ装置と同程度の妨害波抑圧性能を有し、所望信号が妨害波に比較して大きい場合には、所望信号損失を改善すると共に、通信として使用可能な妨害波電力のダイナミックレンジを拡大することのできるアダプティブアンテナ装置を提供することにある。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

本発明は、上記問題点を解決するために、受信信号が導入されるアダプティブアンテナと、このアダプティブアンテナにより導入された受信信号との同期を確立する同期回路と、この同期回路の同期確立状態又は同期非確立状態に応じて前記アダプティブアンテナを動作又は非動作させ、かつ同期が確立していない状態では、同期確立時間

の2倍以上の時間間隔で前記アダプティブアンテナの動作又は非動作を繰り返し、同期が確立している状態では、前記アダプティブアンテナを動作又は非動作のいずれか一方の状態に固定する制御回路とを具備するものである。

また、第2の発明は、上記発明において、スペクトラム拡散通信方式下で用いるものである。

(作用)

本発明では、アダプティブアンテナの動作を特にスペクトラム拡散通信の同期状態によって制御することにより、所望信号電力が妨害波電力に比較して小さい場合には、最終的にアダプティブアンテナをON状態で動作させ、従来例と同等の妨害抑圧性能を発揮し、一方、所望信号電力が妨害波電力に比較して大きい場合には、最終的にアダプティブアンテナをOFF状態にして所望信号損失を軽減する。また、同期が確立していない状態では、アダプティブアンテナのON及びOFFを同期確立時間の2倍以上の時間間隔で繰り返すことにより、安定に所望信号の待ち受けを可能に

する。したがって、本発明では、所望信号電力と妨害波電力の関係にかかわらず、通信品質を向上させることができる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を図面に基づき詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例に係るアダプティブアンテナ装置の構成を示す図である。ここでは、アダプティブアンテナ装置をPIAAとして説明する。

第1図において、アンテナ素子1、ウェイト回路2、合成器4、信号処理回路5は、従来例で示したものと同様である。スイッチ3は、ウェイト回路2と合成器4との間に挿入され、制御回路6の制御信号によりアダプティブアンテナ装置をON状態又はOFF状態にする。但し、OFF状態のときには、少なくとも受信状態を確保しておくために、アンテナ素子1の一案子と合成器4との間にスイッチ3は挿入されていない。

この様な構成にすることにより、アダプティブ

機能を動作及び非動作状態にそれぞれ設定することができる。

合成器4の出力端には、同期回路7が接続されており、この同期回路7により、スペクトラム拡散通信の同期信号が抽出される。同期回路7の同期信号抽出は、DS方式の場合にはスライディングコリレータ、SAWによるコンボルーバ、また、FH方式の場合には周波数シンセサイザ等を用いて行われる。同期が確立するまでの時間は、同期回路の回路構成、スペクトラム拡散通信に用いられる符号の長さ等により決定される。更に、同期回路7は、同期が確立しているか否かを示す2値の同期確立状態信号を発生し、制御回路6に供給する。

制御回路6は、同期回路7の同期確立状態信号の2値情報により、第2図に示すタイムチャートの要領でスイッチ3の制御信号を発生する。

同図において、(a)は同期確立状態信号、(b)は制御信号、Tは同期確立時間の2倍以上の時間間隔をそれぞれ示す。ここで、同期確立状

態信号と制御信号の2値論理を、説明の便宜上以下のように定めるものとする。

同期確立状態信号H…同期が確立している

同期確立状態信号L…同期が確立していない

制御信号 H…スイッチ3をONにする

制御信号 L…スイッチ3をOFFにする

同期確立状態信号がLのときは、制御回路6は、同期確立時間の2倍以上の時間間隔でH及びLを繰り返す制御信号を発生する。一方、同期確立状態信号がLからHに遷移したとき、制御回路6は、この繰り返し動作を停止し、この瞬間での制御信号の状態HまたはLのいずれかを選定し、同期確立状態信号がHの期間この制御信号の状態を保持する。更に、同期確立状態信号がHからLに遷移したときには、上記制御信号のH及びLの繰り返し動作を再度開始する。上記動作を行う制御回路6は、デジタル回路を用いて容易に構成できる。

以下、本発明の実施例の動作原理を詳細に説明

する。先ず、同期が確立していない状態を考える。この場合、以下の2通りの状況が考えられる。

(1) 所望信号が存在しない場合

この状態では、通信の必要性がないのであるから、妨害波の如何にかかわらずアダプティブアンテナ装置がON状態であってもOFF状態であっても何ら問題はない。但し、所望信号の待ち受けは当然しなければならない。この待ち受け状態では、アダプティブアンテナ装置の動作は同期確立時間の2倍以上の時間間隔でON及びOFFされる。ON又はOFFの時間間隔を同期確立時間の2倍以上に取った理由は、アダプティブアンテナ装置では、スペクトラム拡散通信の拡散に用いられる符号の開始時点が未知である事、また同期引き込み動作が終了するまでは、アダプティブアンテナ装置のON又はOFFの状態を保持し、同期回路7の入力信号をなるべく一定にしておき、安定に同期引き込み動作を行いたいためである。

(2) 所望信号が存在する場合

所望信号が到来した状況では、更に所望信号電

力が妨害波電力よりも大きいかな否か、アダプティブアンテナ装置がON状態かOFF状態かの全部で4通りの場合が考えられる。

まず、ケース1として、所望信号電力が妨害波電力よりも小さく、アダプティブアンテナがON状態の場合を考える。この場合には、アダプティブアンテナは妨害波を仰圧しているので、ON状態の期間中に同期確立が終了する。同期確立終了時点で、同期回路7は同期確立状態信号をHにし、制御回路6は制御信号をONのままにしておく。この状態は、通信が終了する所望信号が存在しなくなるまで保持される。

次に、ケース2として、同様に所望信号電力が妨害波電力よりも小さいが、アダプティブアンテナ装置がOFF状態の場合を考える。この場合には、妨害波電力が大きくアダプティブアンテナ装置がOFFであるから、合成器4の出力は、妨害波が支配的となり同期確立は困難となる。故に、同期確立状態信号はLのままである。しかし、同期確立状態信号がLであるため、最悪、同期確立

時間の2倍を経て、制御信号はLからHへと移行する。つまり、アダプティブアンテナ装置がON状態となる。これは、ケース1の場合と同様となるから、以後妨害波を抑圧して、所望信号を受信することができる。その後の動作は、ケース1と同様である。

ケース3としては、所望信号電力が妨害波電力よりも大きく、アダプティブアンテナ装置がON状態の場合を考える。この場合には、アダプティブアンテナ装置は所望信号を抑圧してしまうので同期確立は困難である。故に、同期確立状態信号はLのままとなる。しかし、同期確立状態信号はLのままであるから、制御信号は同期確立時間の2倍以上を経てHからLへと移行する。つまり、アダプティブアンテナ装置がOFF状態となるため、以後、所望信号は抑圧されず、合成器4の出力は所望信号が支配的となり同期確立が達成される。これに伴い同期確立信号はH、制御信号はLのままとなるから、アダプティブアンテナ装置のOFF状態が保持される。以後、アダプティブア

ンテナは自動的にON状態に移行するので、次のフェーズでは妨害波抑圧機能が発揮される。

この様に、本実施例のアダプティブアンテナ装置によれば、所望信号電力と妨害波電力の関係やアダプティブアンテナ装置のON/OFF状態にかかわらず、通信が可能な状態へと自動的にアダプティブアンテナ装置の動作モードを設定することができる。ONまたはOFFに移行し、アダプティブアンテナ装置の動作状態が固定された時点でのアダプティブアンテナ装置の出力端におけるSINRは、第3図のようになる。横軸、縦軸の定義は、従来例の説明で示した第5図の場合と同様である。第3図と第5図とを比較すると、所望信号電力が妨害波電力に比較して小さい場合には、本実施例と従来例とは同等であるが、逆に所望信号電力が大きい場合には、本発明は所望信号損失を回避しSINRを改善している。

尚、本発明は上記実施例に限定されるものではない。

例えば、第1図で示した実施例の構成例では、

ンテナ装置による所望信号損失が回避されることが判る。

最後に、ケース4として、同様に所望信号電力が妨害波電力よりも大きい、アダプティブアンテナ装置がOFF状態の場合を考える。この時には、合成器4の出力は所望信号が支配的で何等問題はなく、通信が可能となる。このOFF状態は、通信が完了するまで保持される。

この様に、本実施例のアダプティブアンテナ装置によれば、同期が確立されていない状態で所望信号が印加された場合には、状況によっては最悪、同期確立時間の2倍の期間は通信が不可能になるが、それ以後は所望信号損失は回避される。

次に、同期が既に確立している状態を考える。この状態においては、アダプティブアンテナ装置の動作がON又はOFF状態であろうとも、何等問題はない。但し、アダプティブアンテナ装置がOFF状態で大きな電力の妨害波が新たに印加された場合には、一時的に通信が不可能になる。しかし、前述したと同様の動作により、アダプティ

アダプティブアンテナ装置をOFF状態に設定するためにスイッチ3をウェイト回路2と合成器4の間に挿入した。同様の動作は、P1AAの場合にはウェイト回路2のアンテナ重みを一素子以外は全て零に設定し、また、MSNアルゴリズムの場合には、ウェイト回路2のアンテナ重みを所望信号方向に対応したステアリングベクトルとすることにより実現することができる。

更に、本発明のON-OFF動作を、受信信号をA/D変換した後、計算機又はデジタル回路の中でソフトウェア的に実施してもよい。

このように、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して用いることができる。

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、所望信号電力と妨害波電力の関係にかかわらず、通信が可能な状態へと自動的にアダプティブアンテナ装置の動作モードを設定することができる。その結果、所望信号電力が妨害波電力に比較して小さい場合には、本発明は従来例と同等の妨害波抑圧機能を

発揮し、また、所望信号電力が大きい場合には、所望信号損失を回避しS I N Rを改善することができる。

この様に、本発明は、簡単な構成で所望信号の広いダイナミックレンジに亘ってアダプティブアンテナ装置の動作を可能にすることができると同時に、特にスペクトラム拡散通信の通信品質の向上を図ることができ、十分な効果を発揮することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係るアダプティブアンテナ装置の構成を示す図、第2図は同期確立状態信号と制御信号との関係を表すタイムチャート、第3図は本発明を用いた場合のアダプティブアンテナ装置の出力端におけるS I N R特性、第4図は従来例の動作説明を行うのに用いたアダプティブアンテナ装置の構成図、第5図は従来例のアダプティブアンテナ装置のS I N R特性を示す図である。

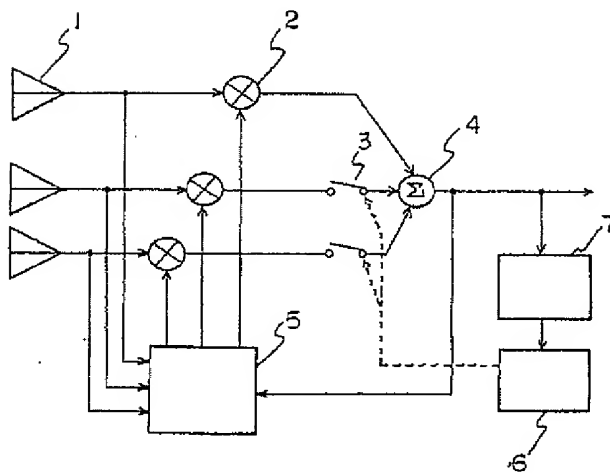
1…アンテナ、2…ウェイト回路、3…スイッチ、4…合成器、5…信号処理回路、6…制御回路、7…同期回路。

出願人

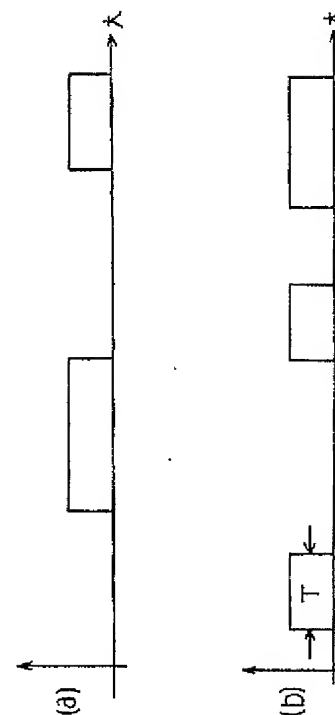
株式会社 東芝

代理人 弁理士

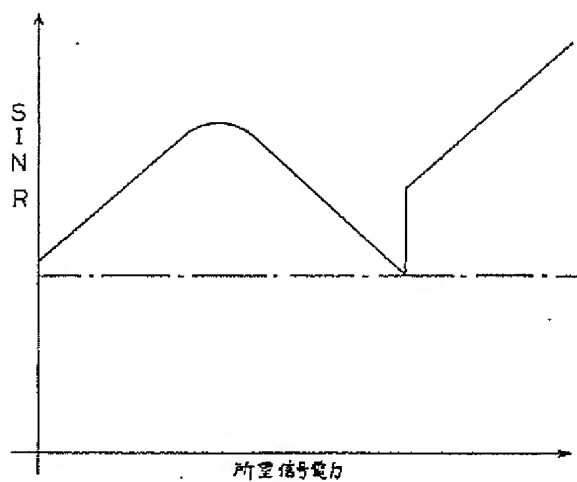
須山 佐一



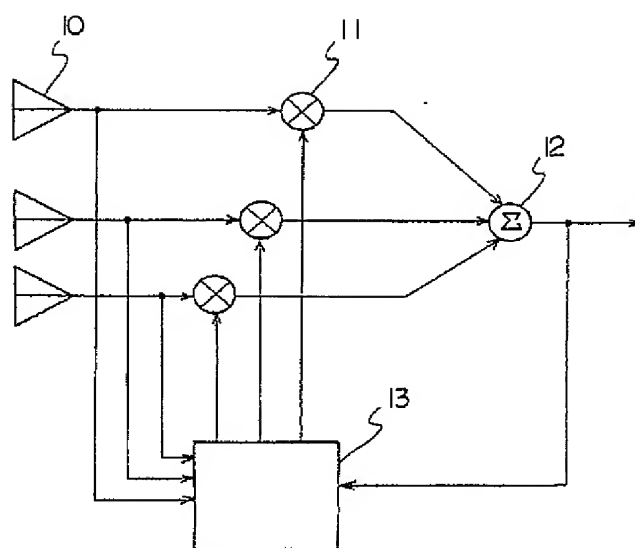
第1図



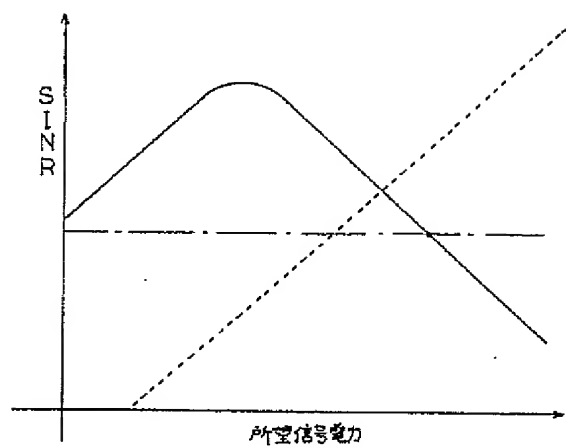
第2図



第 3 図



第 4 図



第 5 図